



TUGAS AKHIR - RG141536

**ANALISIS KETELITIAN GEOMETRIK CITRA
PLEIADES 1A UNTUK PEMBUATAN PETA
DASAR LAHAN PERTANIAN
(Studi Kasus: Kecamatan Socah, Kabupaten
Bangkalan)**

Andreas Kelvin Pujianto
NRP 3512 100 007

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo DEA, DESS

JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016



FINAL ASSIGNMENT - RG141536

**GEOMETRIC ACCURACY ANALYSIS OF
PLEIADES 1A IMAGE FOR MAKING
AGRICULTURAL BASIC MAP
(Case Study: Socah District, Bangkalan
Regency)**

Andreas Kelvin Pujianto
NRP 3511 100 007

Advisor
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo DEA, DESS

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2016

**ANALISIS KETELITIAN GEOMETRIK CITRA
PLEIADES 1A UNTUK PEMBUATAN PETA DASAR
LAHAN PERTANIAN**
(Studi Kasus: Kecamatan Socah, Kabupaten Bangkalan)

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ANDREAS KELVIN PUJANTO
NRP. 3512 100.007

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DE A. BESS

NIP. 1953 0527 1983 03 1 001



**ANALISIS KETELITIAN GEOMETRIK CITRA
PLEIADES 1A UNTUK PEMBUATAN PETA DASAR
LAHAN PERTANIAN
(Studi Kasus: Kecamatan Socah, Kabupaten Bangkalan)**

Nama Mahasiswa : Andreas Kelvin Pujianto
NRP : 3512 100 007
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP – ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo
DEA, DESS

Abstrak

Penggunaan citra satelit resolusi tinggi lebih akurat dibanding citra satelit resolusi rendah. Pada saat ini, beberapa satelit dapat menghasilkan citra dengan resolusi spasial kurang dari 1 m. Selain itu, salah satu keuntungan dari data citra satelit resolusi tinggi untuk deteksi dan inventarisasi sumber daya alam adalah setiap lembar (scene) citra ini mencakup wilayah yang sangat luas yaitu sekitar 60–180 km² (360.000–3.240.000 ha). Dari interpretasi secara visual pada citra Pleiades dan survey lapangan telah membuktikan bahwa mayoritas daerah Kecamatan Socah memiliki tutupan lahan berupa lahan pertanian yang lebih banyak daripada kecamatan lainnya di Kabupaten Bangkalan. Alasan tersebut yang menjadikan Kecamatan Socah ini sebagai lokasi penelitian.

Sebelum menggunakan citra satelit resolusi tinggi untuk keperluan pemetaan skala besar, perlu dilakukan koreksi geometrik secara tepat agar mendapat ketelitian citra yang akurat. Titik horizontal (X,Y) dari Ground Control Point (GCP) maupun Independent Control Point (ICP) yang digunakan untuk proses rektifikasi dan uji ketelitian citra Pleiades didapatkan dari pengukuran lapangan menggunakan GPS Geodetik dengan metode static dengan lama pengukuran 45 menit tiap baseline.

Kekuatan jaring (Strength of Figure) yang didapat dari desain jaring 7 titik GCP di wilayah Kecamatan Socah, Kabupaten Bangkalan adalah sebesar 0,12286. Nilai total Root Mean Square Error (RMSE) titik GCP dengan transformasi affine sebesar 0,568 m, sedangkan transformasi polynomial orde-2 sebesar 0.098 m. Nilai RMSE titik ICP dari transformasi affine sebesar 0,645 m, sedangkan polynomial orde-2 sebesar 0,533 m. Masing-masing nilai RMSE titik ICP kemudian dikalikan dengan koefisien Circular Error 90% (CE90) dari Perka BIG no. 15 tahun 2014 maka didapatkan nilai ketelitian geometrik sebesar 0,979 m pada affine dan 0,809 m pada polynomial orde-2. Hasil ketelitian geometrik dari kedua metode transformasi menunjukkan nilai 1 m, sehingga citra Pleiades 1A memenuhi syarat untuk dijadikan sebagai peta dasar skala 1:5.000 dengan kategori kelas 1.

Kata Kunci – Koreksi Geometrik, GCP, ICP, Pleiades 1A, RMSE

**GEOMETRIC ACCURACY ANALYSIS OF PLEIADES 1A
IMAGE FOR MAKING AGRICULTURAL BASIC MAP
(Case Study: Socah District, Bangkalan Regency)**

Student Name	: Andreas Kelvin Pujianto
Reg. Number	: 3512 100 007
Departement	: Geomatics Engineering FTSP – ITS
Advisor	: Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo DEA, DESS

Abstract

The use of high resolution satellite image is more accurate than low resolution satellite image. Nowadays, a few satellites could produce less than 1 meter spatial resolution. In addition, one of the advantage in using high resolution satellite image for natural resources detection and inventory is every single scene of this image could cover large area within 60-180 km² (360.000-3.240.000 acre). Visual interpretation from Pleiades 1A image and ground check survey have proved that the majority area in Socah District is agricultural, larger than any other subdistrict in Bangkalan Regency. This reason made Socah District become the location of this research.

Before using the high resolution satellite image for large scale mapping purposes, a geometric correction process are needed so the image will have good geometric accuracy and precision. The horizontal coordinate (X,Y) of Ground Control Point (GCP) as well as Independent Control Point (ICP) which is used for rectification process and accuracy testing of Pleiades image are acquired from ground measurement using geodetic GPS tools with static methods about 45 minutes for every single baseline.

The value of Strength of Figure (SoF) which is gained from network design of 7 GCP points on Socah Subdistrict, Bangkalan District is 0.12286. The total value of Root Mean Square Error (RMSE) from GCP points using affine transformation is 0.568 m,

whereas 2nd order polynomial is 0.098 m. The value of RMSE from ICP points using affine transformation is 0,645 m, whereas 2nd order polynomial is 0,533 m. Each value from ICP points RMSE are multiplied by Circular Error 90% (CE90) coefficient from Perka BIG number 15 in 2014, and then it gained geometric accuracy value of 0,979 m from affine, whereas 0,809 m from 2nd order polynomial. The result of these geometric accuracy value from both transformation methods indicates 1 m, therefore Pleiades image 1A are suitable for being the source data for making agricultural basic map 1:5,000 scale with class 1 category.

Keywords – GCP, Geometric Correction, ICP, Pleiades 1A, RMSE

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR RUMUS	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penginderaan Jauh	5
2.2 Lahan Pertanian	8
2.3 Citra Pleiades	9
2.3.1 Sensor Satelit Pleiades 1-A	9
2.3.2 Sensor Satelit Pleiades 1-B	10
2.4 <i>Geoferencing</i>	11
2.5 Pengukuran GPS	12
2.6 Koreksi Geometrik	13
2.7 Metode Koreksi Geometrik	14
2.7.1 Metode <i>Affine</i>	14
2.7.2 Metode <i>Polynomial Orde-2</i>	16
2.8 Uji Akurasi untuk Koreksi Geometrik	16
2.9 <i>Strength of Figure</i>	17
2.10 Koordinat <i>Ground Control Point</i> (GCP)	19
2.11 Koordinat <i>Independent Control Point</i> (ICP)	20
2.12 Penelitian Terdahulu	21

BAB III METODOLOGI	25
3.1 Lokasi Penelitian	25
3.2 Data dan Peralatan	26
3.2.1 Data.....	26
3.2.2 Peralatan	26
3.3 Metodologi Penelitian	27
3.3.1 Tahapan Pelaksanaan.....	27
3.3.2 Pengambilan Data	29
3.3.3 Pengolahan Data	30
BAB IV HASIL DAN ANALISIS	33
4.1 <i>Pan-Sharpening</i> Citra.....	33
4.2 Penentuan Letak Titik Kontrol	33
4.3 Kekuatan Jaring	34
4.3.1 Desain Jaring pada Citra Pleiades.....	35
4.3.2 Perhitungan <i>Strength of Figure</i> (SoF)	35
4.4 Hasil Pengukuran Koordinat Titik Kontrol	36
4.5 Perhitungan <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	38
4.6 Analisa.....	44
BAB V PENUTUP	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Spesifikasi Sensor Satelit Pleiades	10
Tabel 2.2 Tabel jumlah Titik Uji Akurasi Berdasarkan Luasan..	21
Tabel 4.1 Daftar Koordinat Titik GCP	36
Tabel 4.2 Daftar Koordinat Titik ICP.....	37
Tabel 4.3 Daftar Koordinat Citra Pleiades 1A	37
Tabel 4.4 Daftar RMSE Titik GCP dengan Metode <i>affine</i>	38
Tabel 4.5 Daftar RMSE Titik GCP dengan Metode <i>polynomial</i> <i>orde-2</i>	39
Tabel 4.6 Daftar Koordinat Titik ICP (GPS dan Interpretasi) Dari Metode <i>affine</i>	40
Tabel 4.7 Daftar RMSE Titik ICP dari Metode <i>affine</i>	41
Tabel 4.8 Daftar Koordinat Titik ICP (GPS dan Interpretasi) dari Metode <i>polynomial orde-2</i>	42
Tabel 4.9 Daftar RMSE Titik ICP dari Metode <i>polynomial orde-2</i>	43
Tabel 4.10 Ketelitian Geometri Peta	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Uraian Interaksi Obyek-Obyek di Permukaan Bumi dengan Gelombang Elektromagnetik sehingga Dihasilkan Citra Inderaja	5
Gambar 2.2 Spektrum Gelombang Elektromagnetik	6
Gambar 2.3 Sistem Pasif (Kiri) dan Sistem Aktif (Kanan)	7
Gambar 2.4 Contoh Gambar Satelit Pleiades 1-A (kiri) dan Pleiades 1-B (kanan)	9
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	25
Gambar 3.2 Tahapan Penelitian	27
Gambar 3.3 Tahap Pengolahan Data	30
Gambar 4.1 <i>Pan-Sharpening</i> Citra Satelit Pleiades 1A Sebelum <i>Pan-Sharpening</i> (kiri), Sesudah <i>Pan-Sharpening</i> (kanan).	33
Gambar 4.2 Penentuan Titik GCP dan ICP pada Citra Satelit Pleiades 1A	34
Gambar 4.3 Desain Jaring Citra Pleiades 1A	35
Gambar 4.4 Histogram Nilai RMS <i>Error</i> Citra Pleiades 1-A	44

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Persamaan transformasi <i>Affine</i> 2D X	15
Rumus 2.2 Persamaan transformasi <i>Affine</i> 2D Y	15
Rumus 2.3 Matriks Desain Transformasi <i>Affine</i>	15
Rumus 2.4 Matriks Parameter Transformasi <i>Affine</i>	16
Rumus 2.5 Rumus Persamaan <i>Polynomial Orde-2</i>	16
Rumus 2.6 Rumus Persamaan RMSE.....	17
Rumus 2.7 Rumus SoF (D-C)/D.....	18
Rumus 2.8 Rumus Menghitung Banyaknya Syarat (C).....	18
Rumus 2.9 Rumus SoF	19

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi penginderaan jauh (inderaja) pada citra satelit yang digunakan untuk memantau kondisi permukaan Bumi, harus dikoreksi secara radiometrik dan geometrik sebelum digunakan lebih lanjut. Kemajuan teknologi yang sangat pesat dalam inderaja, membuat manusia dapat melakukan penelitian tanpa harus turun langsung ke lapangan seperti melakukan pengukuran terestris dengan luasan yang sangat besar, namun semua itu dapat digantikan hanya dengan menganalisa citra satelit. Salah satu metode untuk mendapat koordinat terkoreksi pada citra adalah dengan proses koreksi geometrik. Koreksi geometrik merupakan suatu proses yang bertujuan untuk melakukan transformasi data dari suatu sistem proyeksi dengan menggunakan suatu transformasi geometri sehingga citra mempunyai sifat-sifat peta yang sama dalam bentuk skala dan proyeksi. Koreksi tersebut untuk memberi koreksi spasial akibat kesalahan geometrik yang dialami citra.

Untuk meminimalisir kesalahan geometrik (pergeseran nilai koordinat) akibat sudut perekaman, perlu digunakan data tambahan yaitu koordinat GCP (*Ground Control Point*) dan ICP (*Independent Control Point*) sehingga memenuhi akurasi absolut dan relatif sesuai spesifikasi (Sukmayadi, 2014). Setiap piksel pada citra diposisikan ulang sesuai koordinat sebenarnya dengan acuan horizontal dari data GPS (*Global Positioning System*).

Penggunaan citra satelit resolusi tinggi lebih tepat dan akurat dibanding citra satelit resolusi rendah. Selain itu, salah satu keuntungan dari data citra satelit resolusi tinggi untuk deteksi dan inventarisasi sumberdaya lahan pertanian adalah setiap lembar (scene) citra ini mencakup wilayah yang sangat luas yaitu sekitar 60–180 km² (360.000–3.240.000 ha). Dengan mengamati daerah yang sangat luas sekaligus, beserta keadaan lahan yang mencakup topografi atau relief, pertumbuhan tanaman atau vegetasi dan

fenomena alam yang terekam dalam citra memberi peluang untuk mengamati, mempelajari pengaruh iklim, vegetasi, litologi dan topografi terhadap penyebaran sumberdaya lahan dan lahan pertanian (Puslit. Tanah dan Agroklimat, 2000). Penyebaran kondisi serta perubahan lahan pertanian tidak dapat diketahui secara pasti tanpa bantuan teknologi yang lebih maju. Laju pertumbuhan penduduk yang tinggi (1,6% per tahun) ikut andil menyebabkan perubahan penggunaan lahan dengan cepat (Adimihardja et al., 2004), sehingga inventarisasi dan pemantauan penggunaan lahan yang dilaksanakan secara terestris (*ground base method*) tidak dapat mengikuti laju perubahannya.

Penelitian tugas akhir ini mengambil studi kasus di Kecamatan Socah, Kabupaten Bangkalan yang terletak pada $6^{\circ} 51' 39'' - 7^{\circ} 11' 39''$ LS, $112^{\circ} 40' 06'' - 113^{\circ} 08' 04''$ BT. Sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Bangkalan, sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Burneh dan Tragah, sebelah barat dengan Selat Madura, sedangkan sebelah timur dengan Kecamatan Kamal dan Labang.

Analisa ketelitian geometrik membutuhkan pengecekan lapangan (*ground truth*) secara akurat pada objek tertentu yang akan diteliti. Pada penelitian ini, objek pengecekan lapangan yang akan difokuskan adalah Kecamatan Socah di Kabupaten Bangkalan. Peta citra yang dihasilkan dari koreksi geometrik sangat diperlukan untuk informasi geospasial dan monitoring lahan pertanian di Kecamatan Socah. Dengan bantuan teknologi inderaja, kebutuhan untuk data pendukung pemetaan lahan pertanian dapat diperoleh dengan cepat, murah namun akurat. Pemanfaatan data informasi geospasial untuk mendukung bidang pertanian diyakini sebagai suatu teknik yang dapat memberi kontribusi secara signifikan kepada semua pihak yang membutuhkan.

Penelitian Tugas Akhir ini bertujuan untuk mendapatkan analisa ketelitian geometrik citra satelit Pleiades 1A untuk pembuatan peta dasar lahan pertanian di Kecamatan Socah, Kabupaten Bangkalan skala 1:5.000.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian di atas, permasalahan yang muncul adalah bagaimana analisa ketelitian geometrik pada citra Pleiades 1A agar dapat digunakan sebagai sumber data untuk pembuatan peta dasar lahan pertanian Kecamatan Socah, Kabupaten Bangkalan skala 1:5.000?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Wilayah studi adalah daerah Kecamatan Socah, Kabupaten Bangkalan, Provinsi Jawa Timur
- b. Data yang digunakan adalah data citra Pleiades 1A, data pengukuran GCP dan ICP di lapangan.
- c. Metode koreksi geometrik yang dilakukan pada penelitian ini meliputi metode transformasi *affine* dan *polynomial orde-2*
- d. Hasil penelitian adalah analisa ketelitian geometrik berupa *Root Mean Square Error* (RMSE) dan peta citra terkoreksi sebagai sumber data untuk pembuatan peta dasar lahan pertanian Kecamatan Socah, Kabupaten Bangkalan skala 1:5.000.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Analisa koreksi geometrik pada citra Pleiades berupa nilai RMSE koordinat GCP dan ICP dari data pengukuran GPS di lapangan.
- b. Menghasilkan citra Pleiades 1A yang sudah terkoreksi secara geometrik dan dapat digunakan untuk pembuatan peta dasar lahan pertanian di Kecamatan Socah, Kabupaten Bangkalan skala 1:5.000.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui proses pengolahan dan analisa koreksi geometrik pada citra resolusi tinggi Pleiades dari perhitungan RMSE koordinat GCP dan ICP dari data pengukuran GPS di lapangan.
- b. Memberikan informasi spasial berupa citra Pleiades 1A terkoreksi geometrik yang dapat digunakan untuk pembuatan peta dasar lahan pertanian di Kecamatan Socah, Kabupaten Bangkalan skala 1:5.000.

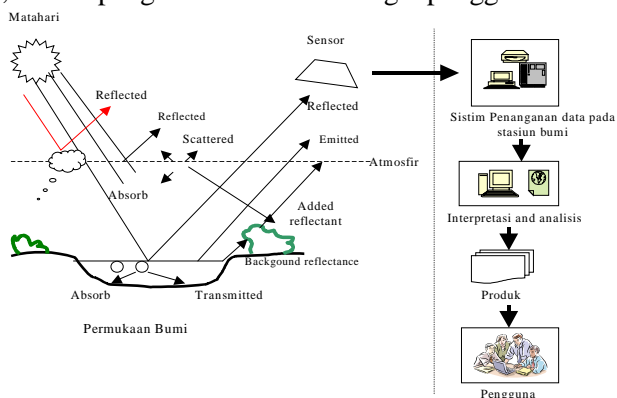
BAB II

DASAR TEORI

2.1 Penginderaan Jauh

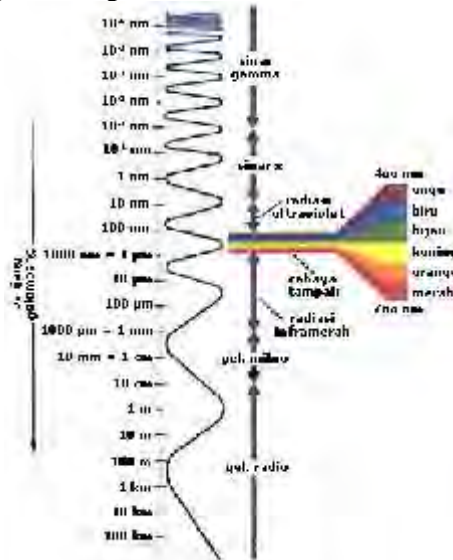
Penginderaan jauh (inderaja) merupakan suatu ilmu atau teknologi untuk memperoleh informasi atau fenomena alam melalui analisis suatu data yang diperoleh dari hasil rekaman obyek, daerah atau fenomena yang dikaji. Perekaman atau pengumpulan data penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan alat pengindra (sensor) yang dipasang pada pesawat terbang atau satelit (Lillesand dan Keifer, 1994). Teknologi Inderaja semakin berkembang melalui kehadiran berbagai sistem satelit dengan berbagai misi dan teknologi sensor.

Penginderaan jauh memiliki konsep dasar yang terdiri dari beberapa elemen Konsep dasar Penginderaan jauh terdiri atas beberapa elemen atau komponen yang meliputi sumber tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dengan objek di permukaan Bumi, sensor, sistem pengolah data dan berbagai penggunaan data.



Gambar 2.1 Uraian Interaksi Obyek-Obyek di Permukaan Bumi dengan Gelombang Elektromagnetik sehingga Dihasilkan Citra Inderaja (Lillesand and Kiefer, 2004)

Sebuah sistem penginderaan jauh memerlukan sumber tenaga baik alamiah maupun buatan. Tenaga yang dimaksud berupa spektrum elektromagnetik yang meliputi sinar gamma, sinar x, ultra violet, cahaya tampak, inframerah, gelombang mikro, serta gelombang radio.



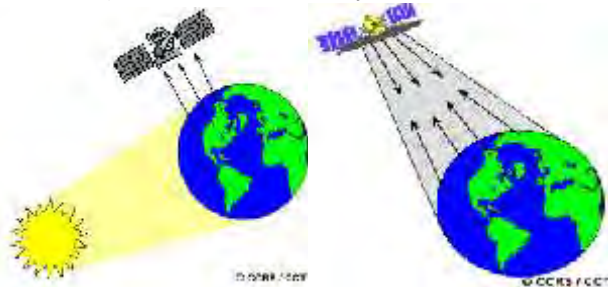
Gambar 2.2 Spektrum Gelombang Elektromagnetik (Dewi, 2010)

Jumlah total seluruh spektrum disebut spektrum elektromagnetik. Dalam dunia penginderaan jauh, terdapat 2 sistem tenaga pada wahana yaitu sistem pasif dan sistem aktif.

1. **Sistem Pasif.** Pada wahana yang menggunakan sistem pasif, sumber tenaga utama yang dibutuhkan oleh satelit berasal dari sumber lain yang tidak terintegrasi dalam wahana. Sumber tenaga yang dimaksud biasanya berupa energi yang berasal dari pantulan energy matahari. Beberapa wahana yang menggunakan sistem ini antara lain *Landsat*, *Pleiades*, *Ikonos*, *Quickbird*, *SPOT* (*Satellite Pour Observation de la Terre*), *NOAA* (*National Oceanic*

and Atmospheric Administration), *MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)*, *ASTER (Advance Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer)* dan lainnya.

2. Sistem aktif. Pada wahana yang menggunakan sistem aktif, sumber tenaga utama yang dibutuhkan oleh wahana menggunakan tenaga elektromagnetik yang dibangkitkan oleh sensor radar (*radio detecting and ranging*) yang terintegrasi pada wahana tersebut. Beberapa wahana yang menggunakan sistem ini antara lain *Radarsat*, *JERS (Japanese Earth Resources Satellite)*, *ADEOS (Advanced Earth Observing Satellite)*, dan lainnya.



Gambar 2.3 Sistem Pasif (Kiri) dan Sistem Aktif (Kanan)
(Dewi, 2010).

2.2 Lahan Pertanian

Laju peningkatan produksi bahan pangan nasional berjalan relatif lambat dibandingkan dengan kebutuhan pangan rakyat yang terus meningkat akibat semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk. Hal ini terbukti dengan masih diperlukannya impor beras sebanyak 262 ribu ton pada tahun 2006 (Departemen Pertanian, 2016), serta seringkali terjadi kekurangan bahan pangan di wilayah-wilayah kantong kemiskinan, seperti di pelosok NTT, NTB, dan Papua. Kelambatan peningkatan produksi pangan tersebut disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain konversi lahan sawah dan persaingan penggunaan air, selain bencana banjir dan longsor. Bahan pangan terutama beras, sebagian besar diproduksi di lahan pertanian beririgasi dengan tingkat kesuburan tanah cukup tinggi. Karakteristik budidaya padi yang seperti itu membatasi peluang peningkatan produksi beras melalui perluasan areal sawah, karena sempitnya lahan cadangan yang sesuai untuk dijadikan sawah atau lahan pertanian dan makin ketatnya persaingan penggunaan air dengan industri, pertambangan, rumah tangga, dan lainnya. Di sisi lain, konversi lahan pertanian ke non-pertanian makin sulit dikendalikan. Selama periode 1979-1999, konversi lahan sawah mencapai 1,63 juta Ha, dan satu juta ha di antaranya terjadi di Pulau Jawa (Isa, 2006). Oleh karena itu, perlu adanya upaya lain untuk meningkatkan produksi bahan pangan nasional, salah satunya adalah dengan mengoptimalkan pemanfaatan lahan kering, baik yang telah menjadi lahan pertanian maupun yang belum digunakan (Abdurachman, 2008).

Penyebaran, kondisi serta perubahan lahan pertanian tidak dapat diketahui secara pasti tanpa bantuan teknologi yang lebih maju. Laju pertumbuhan penduduk yang tinggi (1,6% per tahun) menyebabkan perubahan penggunaan lahan dengan cepat (Adimihardja et al., 2004), sehingga inventarisasi dan pemantauan penggunaan lahan yang dilaksanakan secara terestris (ground base method) sering tidak dapat mengikuti laju perubahannya. Dalam usaha pemantapan ketahanan pangan dan pengadaan stok pangan

nasional, pada era globalisasi informasi dituntut ketepatan, kecepatan penyampaian data sumberdaya pertanian. Teknologi Inderaja memungkinkan untuk digunakan dalam deteksi penyebaran lahan pertanian, dan hasilnya merupakan sumber informasi utama dalam pemutakhiran dan *monitoring* data sumberdaya pertanian untuk mendukung ketahanan pangan nasional.

Dari peta RBI skala 1:25.000 dan citra Pleiades 1A, secara visual daerah Kecamatan Socah memiliki tutupan lahan berupa lahan pertanian yang lebih banyak daripada kecamatan lainnya di Kabupaten Bangkalan. Maka dari itu, dalam penelitian ini, selain *noise* awan yang hampir tidak ada pada citra Pleiades 1A di kawasan Kecamatan Socah, banyaknya lahan pertanian juga menjadi alasan dipilihnya lokasi penelitian Tugas Akhir ini dilakukan di Kecamatan Socah, Kabupaten Bangkalan.

2.3 Citra Pleiades

Satelit optik Pleiades dikembangkan dan diluncurkan oleh AIRBUS Defense and Space, Prancis. Diluncurkan melalui roket Russia Soyuz STA di Pusat Peluncuran Guiana, Kourou. Satelit ini dibedakan berdasarkan 2 tipe sensor yaitu Pleiades-1A dan Pleiades 1B (Lapan, 2015).



Gambar 2.4 Contoh Gambar Satelit Pleiades 1-A (kiri) dan Pleiades 1-B (kanan) (Lapan, 2015)

2.3.1 Sensor Satelit Pleiades-1A

Diluncurkan pada 16 Desember 2011. Sensor satelit ini mampu mengambil gambar stereo dalam sekali

pemotretan dan dapat mencakup wilayah yang luas (hingga 1000 km x 1000 km)

2.3.2 Sensor Satelit Pleiades-1B

Diluncurkan pada 2 Desember 2012. Memiliki kemampuan untuk melakukan pemetaan skala besar termasuk rekayasa dan proyek konstruksi, monitoring (kompleks pertambangan, industry, militer, daerah konflik, bencana alam serta evakuasi dan operasi penyelamatan).

Berikut adalah tabel spesifikasi sensor Pleiades:

Tabel 2.1 Tabel Spesifikasi Sensor Satelit Pleiades

Mode Pencitraan	Pankromatik	Multispektral
Resolusi Spasial Pada	0.5m GSD pada nadir	2m GSD pada nadir
Jangkauan Spektral	480 – 830 nm	Biru (430 – 550nm) Hijau (490 – 610nm) Merah (600 – 720nm) IR dekat (750 – 950nm)
Lebar Sapuan	20 km pada nadir	
Pencitraan <i>Off-Nadir</i>	Hingga 47 derajat Tersedia opsi pemilihan sudut ketinggian	
Jangkauan Dinamik	12 bit per piksel	
Masa Aktif Satelit	Perkiraan hingga lebih dari 5 tahun	
Waktu Pengulangan	Setiap 1 hari	
Ketinggian Orbit	694 km	
Waktu Lintasan Equatorial	10:15 A.M	
Orbit	sinkron matahari	
Harga	€ 10 per km ² untuk data arsip € 17 per km ² untuk perekaman baru	
Luas Pemesanan	Minimum 25 km ² untuk data arsip (jarak lebar min.500m) Minimum 100 km ² untuk perekaman baru (jarak lebar min.5km)	
Level Proses	Primer dan Ortho	
Tingkat Akurasi	3m tanpa GCP (CE90) Hingga kurang dari 1m dengan GCP	

Sumber: www.satimagingcorp.com

2.4 Georeferencing

Georeferencing atau bisa juga disebut dengan istilah rektifikasi adalah suatu proses pekerjaan untuk memproyeksikan citra yang ada ke bidang datar dan menjadikan bentuk konform (sebangun) dengan sistem mengorientasikan citra sehingga mempunyai arah yang benar (Erdas, 1991 dalam Hartoyo dkk, 2010).

Untuk keperluan rektifikasi citra satelit, dibutuhkan beberapa koordinat titik kontrol lapangan sebagai bagian dari titik sekutu. Di mana koordinat titik kontrol lapangan diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan menggunakan GPS atau dengan cara interpolasi dari peta dasar yang sudah ada. proyeksi peta yang digunakan.

Georeferencing perlu dilakukan jika grid piksel berubah terhadap sistem proyeksi peta atau suatu citra referensi. Terdapat beberapa alasan untuk merektifikasi data citra:

- Membandingkan *scene* piksel terhadap *scene* aplikasinya, seperti deteksi perubahan atau pemetaan inersia thermal (perbandingan siang dan malam).
- Pengembangan basis data Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk permodelan SIG.
- Mengidentifikasi sampel training berdasarkan koordinat peta terklasifikasi.
- Menampalkan sebuah citra dengan data vektor, seperti ArcInfo
- Membandingkan data asli dengan skala berbeda.
- Mengekstrak pengukuran jarak dan area yang akurat.
- Mosaiking citra
- Menampilkan analisis lainnya yang membutuhkan lokasi geografis teliti.

Sebelum merektifikasi data, sistem koordinat yang tepat untuk basis data harus ditentukan. Untuk memilih sistem proyeksi dan sistem koordinat peta yang optimal maka penggunaan data primer untuk basis data harus dipertimbangkan. Rektifikasi bisa saja merugikan karena selama rektifikasi, nilai data dari piksel

yang ter-rektifikasi harus *di-sample* agar cocok ke dalam grid baru dari baris dan kolom piksel. Jika koordinat peta atau unit peta tidak diperlukan dalam aplikasi, maka sebaiknya tidak merektifikasi citra. Suatu citra yang belum mengalami rektifikasi akan lebih baik kualitas spektralnya daripada citra yang sudah direktifikasi. Rektifikasi tidak perlu dilakukan jika tidak ada distorsi pada citra.

2.5 Pengukuran GPS

Konsep dasar pada penentuan posisi dengan GPS adalah reseksi (pengikatan kebelakang) dengan jarak, yaitu dengan pengukuran jarak secara simultan ke beberapa satelit GPS yang koordinatnya telah diketahui. Metode penentuan posisi dengan GPS pertama-tama dibagi dua, yaitu metode absolut, dan metode diferensial. Masing-masing metode dapat dilakukan dengan cara *real time* dan atau *post-processing*. Apabila obyek yang ditentukan posisinya diam, maka metodenya disebut statik. Sebaliknya, apabila obyek yang ditentukan posisinya bergerak, maka metodenya disebut kinematik. Selanjutnya, metode yang lebih detail antara lain metode-metode seperti SPP, DGPS, RTK, Survei GPS, *rapid static*, *pseudo kinematic*, *stop and go* serta beberapa metode lainnya (Abidin, 2002). Berikut penjelasan metode dalam pengukuran GPS menurut Abidin (2002) :

- a. Metode statik yaitu penentuan posisi secara diferensial dengan menggunakan data fase. Penentuan posisi relatif atau metode differensial adalah menentukan posisi suatu titik relatif terhadap titik lain yang telah diketahui koordinatnya. Pengukuran dilakukan secara bersamaan pada dua titik dalam selang waktu tertentu. Selanjutnya, data hasil pengamatan diproses dan dihitung sehingga akan didapat perbedaan koordinat kartesian 3 dimensi (dx, dy, dz) atau disebut juga dengan *baseline* antar titik yang diukur. Dalam hal ini pengamatan satelit GPS umumnya dilakukan *baseline per baseline* selama

selang waktu tertentu (beberapa puluh menit hingga beberapa jam tergantung tingkat ketelitian yang diinginkan) dalam suatu kerangka titik-titik yang akan ditentukan posisinya.

- b. Metode kinematik yaitu penentuan posisi dari titik-titik yang bergerak dan receiver GPS tidak dapat atau tidak mempunyai kesempatan untuk berhenti pada titik-titik tersebut. Penentuan posisi kinematik ini dapat dilakukan secara absolut ataupun diferensial dengan menggunakan data *pseudorange* dan/atau fase. Hasil penentuan posisi bisa diperlukan saat pengamatan atau sesudah pengamatan. Berdasarkan pada jenis data yang digunakan serta metode penentuan posisi yang digunakan, ketelitian posisi kinematik yang diberikan oleh GPS dapat berkisar dari tingkat rendah sampai tingkat tinggi. Dari segi aplikasinya metode kinematik GPS akan bermanfaat untuk navigasi, pemantauan, *guidance*, fotogrametri, *airbone gravimetry*, survei hidrografi, dll.

Metode statik singkat yaitu survei statik dengan waktu pengamatan yang lebih singkat, yaitu 5-40 menit. Prosedur operasional lapangan pada survei statik singkat adalah sama seperti pada survei statik, hanya selang waktu pengamatannya yang lebih singkat.

2.6 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik terjadi karena jarak wahana dengan objek yang jauh, sehingga menimbulkan distorsi geometrik. Koreksi geometrik dilakukan sesuai dengan jenis atau penyebab kesalahannya, yaitu kesalahan sistematik dan kesalahan random. Adapun koreksi geometrik ini memiliki tiga tujuan, yaitu:

- a. Melakukan rektifikasi (perbaikan) dan restorasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografis

- b. Registrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain atau mentransformasikan sistem koordinat citra multispektral atau multitemporal.
- c. Registrasi citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke peta, yang menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu.

Untuk mengeleminasi berbagai kesalahan geometrik, maka dilakukan koreksi geometrik. Terdapat dua metode koreksi geometrik, masing-masing berfungsi untuk mengeleminasi kesalahan sesuai dengan jenis kesalahan (kesalahan sistematis dan kesalahan random). Metode non-sistematis dipergunakan untuk menghilangkan atau mengurangi kesalahan geometrik random, besar kesalahan geometriknya dapat diprediksi melalui matrik data atau *tracking* data dan analisis titik kontrol tanah atau GCP (Richards, 2006).

2.7 Metode Koreksi Geometrik

Untuk melakukan koreksi geometrik dilakukan suatu proses transformasi koordinat pada objek sehingga sesuai dengan koordinat di lapangan. Transformasi koordinat dua dimensi dapat digunakan untuk citra yang mengalami perubahan skala piksel, translasi dan kemiringan. Pelaksanaan transformasi koordinat memerlukan beberapa titik kontrol tanah (GCP) yang sudah diketahui koordinat pada kedua sistemnya (A'yun, 2013). Terdapat beberapa metode transformasi yang digunakan dalam koreksi geometrik yaitu metode konform, *affine* dan polinomial orde-2.

2.7.1 Metode Affine

Metode *affine* merupakan metode transformasi dengan memasukkan ketiga unsur transformasi, yaitu translasi, rotasi dan faktor perbesaran. Faktor perbesaran yang diterapkan pada metode *affine* bersifat umum, yaitu bahwa: "Faktor perbesaran sepanjang sumbu X \neq faktor persebaran sepanjang sumbu Y."

Mengingat hal di atas, maka bentuk titik-titik yang ditransformasikan dengan *affine*, sebelum dan sesudahnya, dapat/mungkin memberikan bentuk yang berbeda. Ini berarti bahwa transformasi *affine* tidak dapat digunakan untuk transformasi dengan syarat konform.

Persamaan transformasi *affine* 2 dimensi, didapatkan model matematika sebagai berikut (Wolf, 1997):

$$X + vx = a x + b y + c \quad (2.1)$$

$$Y + vy = d x + e y + f \quad (2.2)$$

Bila persamaan tersebut diterapkan pada titik A dan titik B (titik A dan B adalah titik sekutu) dan dinyatakan dalam bentuk matriks, maka:

$$A = \begin{bmatrix} x_A & y_A & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & x_A & y_A & 0 & 1 \\ x_B & y_B & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & x_B & y_B & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \end{bmatrix} \quad L$$

$$= \begin{bmatrix} x_A \\ y_A \\ x_B \\ y_B \end{bmatrix}$$

$$A \cdot X - L = 0 \quad (2.3)$$

Dimana :

A = matriks desain

L = matriks konstanta

X = matriks parameter

0 = matriks nol

Parameter-parameter yang harus diperoleh adalah a, b, c, d, e, f, kemudian untuk menentukan nilai parameter maka dapat dilakukan perhitungan dengan rumus:

$$X = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \end{bmatrix} = [(A^T \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot L] \quad (2.4)$$

2.7.2 Metode Polynomial Orde-2

Polynomial orde-2 dapat digunakan untuk mentransformasi koordinat lintang bujur menjadi koordinat proyeksi peta, untuk data yang mencakup area yang luas (untuk memperhitungkan kelengkungan Bumi), data terdistorsi, dan digunakan untuk daerah yang lumayan berbukit dan bergelombang. Fungsi *polynomial orde-2* dengan menggunakan 6 parameter dapat digunakan untuk mengoreksi translasi, rotasi, dan skala dari sumbu x dan y. Berikut rumus pada persamaan *polynomial orde-2* (Mohammed, 2013) :

$$p(x, y) = a_1 + a_2x + a_3y + a_4x^2 + a_5xy + a_6y^2 \quad (2.5)$$

Dimana $p(x,y)$ adalah koordinat ter-rektifikasi (*output*), x dan y adalah koordinat asal (*input*), sedangkan a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 dan a_6 adalah parameter transformasi *Polynomial Orde 2* (Mohammed, 2013).

2.8 Uji Akurasi untuk Koreksi Geometrik

Uji akurasi dimaksudkan untuk menguji model transformasi yang digunakan untuk koreksi citra. Dalam cek akurasi diperlukan titik koordinat GCP dan ICP. Jumlah dan distribusi GCP/ICP akan mempengaruhi akurasi koreksi geometrik suatu citra penginderaan jauh. Jumlah GCP/ICP seharusnya lebih dari jumlah parameter yang tidak diketahui pada penggunaan rumus tertentu. Penyebaran GCP/ICP yang baik menyebar seluruh citra (tidak mengelompok). Akurasi koreksi geometrik biasanya disajikan oleh standar deviasi *Root Mean Square* (RMS) per unit piksel pada citra.

Ketelitian transformasi ditentukan oleh harga RMSE. Semakin kecil harga RMSE-nya maka semakin teliti penentuan GCP di citra. RMSE setiap GCP dihitung dengan persamaan (Hayati, 2012):

$$RMSE = \sqrt{\frac{(x'' - x_{orig})^2 + (y'' - y_{orig})^2}{n}} \quad (2.6)$$

Dimana :

X'', Y'' = Koordinat citra hasil koreksi geometrik
 X_{orig}, Y_{orig} = Koordinat titik kontrol tanah
 n = Jumlah data pengamatan

2.9 Strength of Figure

Faktor kekuatan bentuk geometri jaringan atau *Strength of Figure* (SoF) adalah kekuatan dari bentuk kerangka yang kegunaannya adalah untuk menentukan kekuatan kerangka dari jaring geodesi yang diambil dari gambar dimana kekuatannya akan setara dengan kerangka yang akan dibuat dilapangan.

Penentuan posisi dan jumlah titik kontrol tanah sangat mempengaruhi hasil SoF yang juga berpengaruh pada tingkat ketelitian kerangka tersebut. SoF juga menunjukkan tingkat kekuatan geometri dari rangkaian segitiga yang menentukan penyebaran kesalahan dalam perataan jaringan. Kekuatan geometrik dicerminkan dengan harga SoF yang paling kecil, hal ini akan menjamin ketelitian yang merata pada seluruh jaringan. Sehingga dapat dipilih bentuk geometri yang baik (kuat dan kesalahan minimum).

Metode perhitungan_kekuatan_jaring:

1. Perhitungan SoF dengan perataan bersyarat.

Untuk melihat kekuatan dari jaringan yang dibentuk, maka dilakukan penghitungan kekuatan jaring atau SoF. Ada beberapa metode yang dapat digunakan. Semakin kecil nilai dari kekuatan jaring, menunjukkan jaring yang dibentuk semakin kuat.

Berikut ini adalah penghitungan SoF dengan menggunakan rumus (Chandra, 2005):

$$R = \frac{(D - C)}{D} \sum (uA^2 + uB.uA + uB^2) \quad (2.7)$$

Keterangan:

R = *Strength of Figure*

D = total arah atau pengamatan dalam jaring

C = jumlah kondisi sudut dan sisi atau syarat sudut dan sisi

A = harga diferensial pada desimal keenam dari log sin A

B = harga diferensial pada desimal keenam dari log sin B (Sukojo, 2006)

Untuk menghitung banyaknya syarat (C) digunakan rumus (Chandra, 2005):

$$C = C_s + C_l = (L' - S' + 1) + (L - 2S + 3) \quad (2.8)$$

Keterangan:

C = jumlah kondisi sudut atau syarat sisi

C_s = jumlah kondisi sudut atau syarat sudut

C_l = jumlah kondisi sisi atau syarat sudut

L' = jumlah sisi yang diamati dari dua arah

S' = jumlah station (titik) yang dapat ditempati alat

L = jumlah sisi yang diukur

S = jumlah station (titik yang dikelilingi sudut 360°)

2. Perhitungan SoF dengan perataan parameter

Geometri dari suatu jaringan dapat dikarakterisir dengan beberapa parameter, seperti jumlah dan lokasi titik dalam jaringan (termasuk titik tetap), jumlah baseline dalam jaringan (termasuk *common baseline*), konfigurasi *baseline* dan *loop*, serta konektivitas titik dalam jaringan (Abidin, 2000 dalam Sukojo, 2006).

Kekuatan geometri jaringan akan sangat tergantung pada karakteristik yang diadopsi dari

parameter-parameter tersebut. Untuk jumlah titik dalam jaringan yang sama, beberapa bentuk konfigurasi jaringan dapat dibuat tergantung pada karakteristik parameter geometri jaringan yang digunakan. Ada beberapa parameter dan kriteria yang dapat digunakan untuk menentukan konfigurasi jaringan yang paling baik. Salah satunya adalah didasarkan pada persamaan yang menggambarkan tingkat ketelitian dari koordinat titik-titik dalam jaringan. Dengan mengasumsikan faktor variansi aposteriori sama dengan satu serta ketelitian vektor baseline dan vektor koordinat yang homogen dan independen antar komponennya, suatu bilangan untuk memprediksi kekuatan jaringan dapat diformulasikan sebagai berikut (Abidin, 2000):

$$BesarSoF = \frac{Trace(A^T A)^{-1}}{jumlah\ Parameter} \quad (2.9)$$

Dimana:

A = matrik desain

Jumlah parameter (U) merupakan N ukuran – N parameter.

Sedangkan:

N ukuran = jumlah *baseline* × 3

N parameter = jumlah titik × 3

Semakin kecil bilangan faktor kekuatan jaringan tersebut di atas, maka akan semakin baik konfigurasi jaringan yang bersangkutan dan sebaliknya.

2.10 Koordinat Ground Control Point (GCP)

GCP adalah titik di permukaan Bumi dimana posisinya baik koordinat citra dan koordinat peta referensi dapat diidentifikasi (Liew, 2012). GCP terdiri atas sepasang koordinat x dan y, yang terdiri atas koordinat sumber dan koordinat referensi. Koordinat-koordinat tersebut tidak dibatasi oleh adanya koordinat peta. GCP merupakan pasangan-pasangan titik pada citra awal

(belum terkoreksi) dan referensi (peta atau citra terkoreksi) untuk memperbaiki distorsi pada citra awal. Objek-objek yang dapat digunakan GCP adalah objek yang sama pada citra mentah maupun referensi.

Lokasi ideal saat pengambilan GCP adalah perempatan jalan, sudut jalan, perpotongan jalan pedestrian, kawasan yang memiliki warna mencolok, persimpangan rel dengan jalan dan benda/ monumen/ bangunan yang mudah diidentifikasi atau kenampakan pada permukaan Bumi lainnya yang dapat dikenali dengan kemungkinan perubahan yang relatif lambat/tetap. Perlu dihindari pohon, bangunan, dan tiang listrik selain sulit diidentifikasi, karena kesamaannya yang tinggi (Hasyim, 2009). Syarat penentuan sebaran titik kontrol tanah adalah sebagai berikut (Badan Informasi Geospasial, 2016):

- Pada sisi perimeter area citra
- Pada tengah area/scene
- Pada wilayah perbatasan/overlap scene citra
- Tersebar secara merata dalam area citra
- Menyesuaikan kondisi terrain.

2.11 Koordinat Independent Check Point (ICP)

Independent Check Point (ICP), atau dalam bahasa Indonesia disebut sebagai titik uji akurasi, yaitu titik-titik yang sudah teridentifikasi pada citra dan peta referensi tetapi berlainan posisi dengan titik-titik kontrol tanah (Wibowo, 2010). *ICP* digunakan untuk menguji hasil rektifikasi yang telah dilakukan menggunakan *GCP*. Syarat persebaran *ICP* dalam area penelitian adalah sebagai berikut (Badan Informasi Geospasial, 2016):

- Objek yang digunakan sebagai titik uji harus memiliki sebaran yang merata di seluruh area yang akan diuji, dengan ketentuan sebagai berikut:
- Pada setiap kuadran jumlah minimum titik uji adalah 20% dari total titik uji
- Jarak antar titik uji minimum 10% dari jarak diagonal area yang diuji.

- Untuk area yang tidak beraturan, pembagian kuadran dilakukan dengan membagi wilayah kelompok data menjadi empat bagian, dimana setiap bagian dipisahkan oleh sumbu silang. Pembagian kuadran dibuat sedemikian rupa sehingga jumlah dan sebaran titik uji mempresentasikan wilayah yang akan diuji.

Jumlah titik uji mendapatkan ketelitian dengan tingkat kepercayaan 90% ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 0.2 Jumlah Titik Uji Akurasi Berdasarkan Luasan
(Sumber : Badan Informasi Geospasial, 2016)

Luasan (km²)	Jumlah titik uji untuk ketelitian horizontal
< 250	12
251 - 500	20
501 - 750	25
751 - 1000	30
1001 - 1250	35
1251 - 1500	40
1501 - 1750	45
1751 - 2000	50
2001 - 2250	55
2251 - 2500	60

2.12 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu terkait analisa ketelitian geometrik untuk pembuatan peta adalah sebagai berikut:

- A'yun, dkk (2013) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisa Kelayakan Penggunaan Citra Satelit World View-2 untuk *Updating* Peta Skala 1:1000”. Metode koreksi geometrik yang digunakan adalah metode *polynomial orde-1*, metode *affine*, dan metode konform. Koreksi geometrik metode *polynomial orde-1* menggunakan 17 titik kontrol tanah yang

koordinatnya didapatkan dari hasil pengukuran GPS metode statik. Sedangkan untuk koreksi geometrik metode *affine* dan konform menggunakan 13 titik sekutu. Analisis ketelitian planimetris citra WorldView-2 dilakukan dengan metode menghitung RMSE, pengukuran beberapa jarak hasil digitasi pada citra dengan beberapa jarak yang sama yang diukur di lapangan. Nilai RMSE tersebut akan dibandingkan dengan ketelitian planimetris peta skala 1:1.000 yang bernilai 0,3 mm pada skala peta. Sebanyak 15 *sample* pengukuran jarak diambil sebagai nilai yang akan diuji ketelitiannya.

- Sukojo, B. M. dan Hendro S. (2002) dalam penelitiannya yang berjudul “Perbaikan Geometrik Trase Jaringan Jalan dengan Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis”. Pengolahan citra *Landsat Thematic Mapper* dilakukan secara digital menggunakan perangkat lunak (*Software*) IDRISI for Windows, untuk proses registrasi koordinat. Analisis hasil pengolahan citra dilakukan untuk mengetahui ketelitian proses resampling (koreksi geometrik) yang ditunjukkan dengan *Root Mean Square Error* (RMSE) dan ketelitian proses klasifikasi yang ditunjukkan dengan ketelitian individu (*individual accuracy*) maupun ketelitian menyeluruh (*overall accuracy*). Proses *resampling* merupakan proses transformasi secara geometrik suatu citra satelit terhadap posisi geografis dengan menggunakan sistem koordinat UTM zone 49 Selatan yang akan menghasilkan citra bergeoreferensi secara UTM dengan koordinat lintang dan bujur (07°05'LU, 112°50'BT). Transformasi yang digunakan dalam studi ini adalah *quadratic* dengan 6 (enam) titik kontrol tanah yang menghasilkan RMSE sebesar 0,0062 yang berarti *resampling* dilakukan

masih dalam batas toleransi yang dapat diterima ($<3\%$).

Sedangkan dalam penelitian Tugas Akhir ini, perbedaan dari penelitian A'yun adalah koreksi geometrik yang akan digunakan yaitu metode *affine* dan *polynomial orde-2*, tentunya dengan citra yang berbeda juga yaitu citra resolusi tinggi Pleiades1A, selain itu akan dilakukan pengambilan *sample* pengukuran GPS yang meliputi koordinat GCP dan ICP untuk diuji ketelitian geometriknya. Perbedaan dari penelitian Sukojo, B. M. dan Hendro S. adalah penelitian ini menggunakan 19 titik kontrol tanah (GCP dan ICP) dan transformasi yang digunakan sama-sama *quadratic* (polinomial orde-2) namun ditambah dengan metode *affine* untuk menghasilkan RMSE.

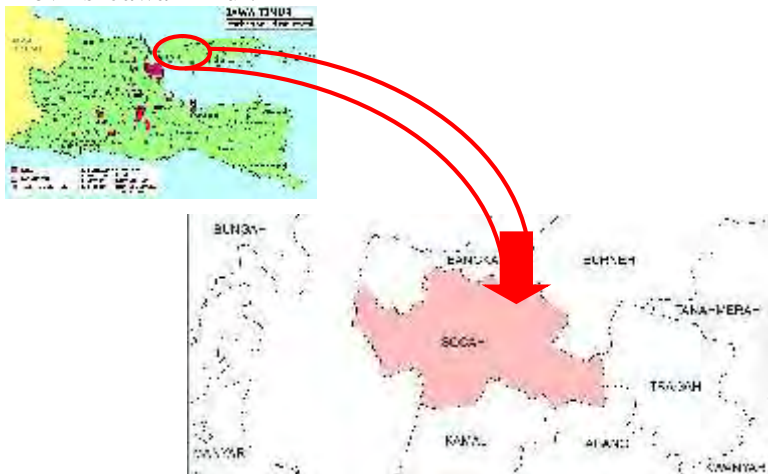
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian Tugas Akhir adalah di Kecamatan Socah, Kabupaten Bangkalan yang terletak pada $6^{\circ} 51' 39''$ - $7^{\circ} 11' 39''$ LS, $112^{\circ} 40' 06''$ - $113^{\circ} 08' 04''$ BT. Secara administratif Kabupaten Bangkalan termasuk dalam wilayah Pulau Madura, Provinsi Jawa Timur.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Sumber: id.wikipedia.org dan shp.file Batas Wilayah Kecamatan (BIG)

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Data primer yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu:

- a. Data Citra Pleiades 1A resolusi spasial 0,5 meter, direkam pada tanggal 28 Agustus 2015.
- b. Data koordinat (X,Y) GCP dan ICP pengukuran GPS di lapangan.

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu:

- a. Perangkat keras (*hardware*) yang digunakan dalam pengerjaan penelitian Tugas Akhir ini adalah Laptop ASUS X450C dengan *processor*: Intel(R) Core(TM) i3-3217U CPU @1.80GHZ memory (RAM): 2.00 GB (1.80 GB usable).
- b. Perangkat Lunak (Software) yang digunakan dalam pengerjaan Penelitian ini tugas akhir ini antara lain :
 - Windows 7
 - Microsoft Office 2013
 - ArcGIS 10.1
 - TopCon Tools
- c. Peralatan lain yang digunakan untuk survei lapangan :
 - Kamera
 - 3 set GPS Geodetik Top-Con HiperPro
 - Alat Tulis
 - Meteran

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Tahapan Pelaksanaan

Tahap Pelaksanaan Tugas Akhir adalah sebagai berikut:



Gambar 3.2 Tahapan Penelitian

Berikut adalah Tahap pelaksanaan penelitian:

1. Tahap Awal

a. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana analisa ketelitian geometrik pada citra Pleiades 1A agar dapat digunakan sebagai sumber data untuk pembuatan peta dasar lahan pertanian Kecamatan Socah, Kabupaten Bangkalan skala 1:5.000.

2. Pengumpulan Data

a. Studi Literatur

Bertujuan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan penginderaan jauh, metode koreksi

geometrik dan literatur lain yang mendukung baik dari buku, jurnal, majalah, internet, peraturan instansi terkait dan lain sebagainya.

b. Pengumpulan Data

Pengumpulan data berupa citra Pleiades 1A dan data titik koordinat GCP dan ICP dari hasil pengukuran GPS Geodetik di lapangan.

2 Tahap Pengolahan data

Pada tahapan ini dilakukan proses pengolahan dari data yang telah didapat dilapangan dan data penunjang lainnya. Tahap pengolahan data, lebih lanjut dijelaskan pada Bab 3.3.3 Pengolahan Data.

3 Tahap Hasil dan Analisa Data

a. Analisa Hasil Pengolahan Data

Dari pengolahan data dilakukan analisa dengan metode transformasi *affine*, *polynomial orde-2* untuk menghitung nilai RMSE ketelitian geometrik dari citra Pleiades. Sehingga dari hasil perhitungan ketelitian geometrik dapat diketahui kelayakan atau kemampuan data citra resolusi tinggi Pleiades 1A untuk pembuatan peta dasar lahan pertanian di Kecamatan Socah, Kabupaten Bangkalan.

b. Penyusunan Laporan

Penyusunan laporan merupakan tahap akhir dari penelitian Tugas Akhir ini agar bermanfaat untuk penelitian selanjutnya.

3.3.2 Pengambilan Data

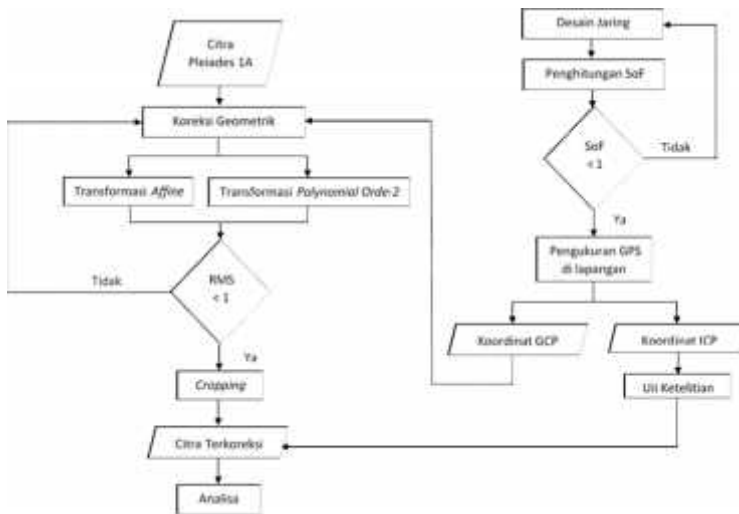
Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data citra Pleiades 1A dan data koordinat GCP dan ICP hasil pengukuran GPS Geodetik di lapangan.

Penelitian ini menggunakan titik *GCP* sebanyak 7 buah dan ICP 12 buah untuk masing-masing metode koreksi yang digunakan. Adapun teknik pengambilan data dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengambilan data citra Pleiades
Data citra Pleiades 1A didapatkan dari instansi Badan Informasi Geospasial (BIG) melalui dosen pembimbing penelitian Tugas Akhir ini.
2. Pengambilan data koordinat (X,Y) GCP dan ICP menggunakan GPS Geodetik di lapangan.

Pengukuran GCP dan ICP dengan survei GPS metode *static* dengan lama pengamatan per titik ± 45 menit. Jumlah titik pengukuran yaitu berjumlah 19 titik (GCP dan ICP). Mengingat bahwa untuk metode koreksi geometrik pada metode *affine* diperlukan minimal 3 buah titik sekutu agar didapatkan 6 parameter transformasi yang diperlukan.

3.3.3 Pengolahan Data



Gambar 3.3 Tahap Pengolahan Data

Keterangan tahap pengolahan data:

- a. Data
Pada proses pengolahan, yang diperlukan antara lain adalah data citra Pleiades 1A, dan data koordinat (GCP dan ICP)
- b. Desain Jaring
Sebelum pengolahan lebih lanjut, diperlukan desain jaring dengan cara meletakkan titik GCP yang tersebar di area studi.
- c. Penghitungan SoF
Penghitungan SoF perlu dilakukan untuk mengetahui kekuatan desain jaring dari sebaran (*Ground Control Point*) GCP yang ada pada citra. Besar nilai SoF harus kurang dari satu atau lebih baik jika mendekati nol. Apabila nilai SoF lebih dari satu, maka desain jaring dan perhitungan SoF harus diulang.

- d. Pengamatan GPS
Koordinat titik kontrol (GCP) diambil dengan pengamatan GPS menggunakan metode *rapid static* dengan lama pengamatan 40 menit setiap *baseline*. GCP yang diambil sebanyak 7 titik, sedangkan ICP 12 titik.
- e. Koordinat GCP (*Ground Control Point*)
Koordinat GCP didapat dari survey dan pengamatan GPS.
- f. Koordinat ICP (*Independent Control Point*)
Koordinat ICP didapat dari survey dan pengamatan GPS.
- g. Koreksi Geometrik
Koreksi geometrik dilakukan untuk memperbaiki nilai spasial dari citra Pleiades 1A. Koreksi geometrik yang dilakukan meliputi dua metode yaitu *affine* dan *polynomial orde-2*.
- h. *Root Mean Square Error* (RMSE)
Pengecekan RMSE yaitu perhitungan dan pengecekan nilai RMSE agar kurang dari satu atau lebih baik jika mendekati nol. Apabila nilai RMSE lebih dari satu, maka proses koreksi geometrik harus diulang.
- i. Uji Ketelitian
Uji ketelitian didapat dari perhitungan RMSE dari kedua metode transformasi titik ICP dikalikan dengan koefisien CE90 ketelitian geometrik dari Perka BIG Nomor 15 tahun 2014.
- j. *Cropping*
Cropping adalah proses pemotongan citra yang disesuaikan dengan area penelitian. Selain itu, hasil *cropping* akan mempercepat waktu pemrosesan tahap selanjutnya.

k. Citra Terkoreksi

Pada tahap ini, citra sudah terkoreksi secara geometrik, dan dapat digunakan untuk proses selanjutnya seperti pembuatan peta dasar skala 1:5.000.

l. Analisa

Dari hasil perhitungan RMSE pada GCP dan ICP dengan kedua metode transformasi, maka dapat dilakukan analisa ketelitian geometrik. Selain itu, kedua nilai RMSE pada ICP dikalikan dengan koefisien ketelitian geometrik untuk mengetahui tingkat kelayakan citra sebagai peta dasar skala tertentu.

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

4.1 Pan-Sharpening Citra

Pan-Sharpening adalah proses penggabungan *band* pankromatik dan *band* multispektral pada citra satelit. Proses ini menghasilkan citra yang memiliki ketajaman spasial dan spektral sekaligus yang nantinya akan mempermudah interpretasi citra dan penentuan titik kontrol.

Proses *Pan-Sharpening* citra Pleiades 1A dengan menggunakan metode *Gram-Schmidt Spectral Sharpening* menghasilkan 4 *band* multispektral yang masing-masing memiliki ketajaman spasial sebesar 0,5 m. Berikut adalah hasil *Pan-Sharpening* citra Pleiades dengan tampilan RGB (*Red: band_1, Green: band_2, Blue: band_3*).



Gambar 4.1 Gambar Citra Satelit Pleiades 1A Sebelum *Pan-Sharpening* (kiri), Sesudah *Pan-Sharpening* (kanan).

4.2 Penentuan Letak Titik Kontrol

Titik Kontrol Tanah (GCP) idealnya diletakkan pada jalan, sungai, garis pantai, teluk, tanjung, atau kenampakan pada permukaan bumi lainnya yang dapat dikenali dengan kemungkinan perubahan yang relatif lambat/tetap. Penentuan titik GCP diusahakan menyebar pada posisi terluar dari citra

yang akan dilakukan rektifikasi. Penentuan lokasi GCP sebaiknya melalui interpretasi terhadap citra yang akan direktifikasi, agar mudah diidentifikasi di citra.

Dalam penelitian ini, digunakan 7 titik GCP dan 12 titik ICP yang didesain pada citra Pleiades dengan tampilan sebagai berikut:



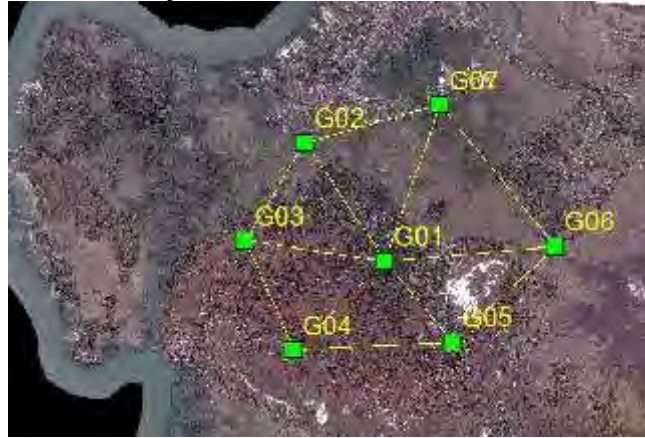
Gambar 4.2 Penentuan Titik GCP dan ICP pada Citra Satelit Pleiades 1A

4.3 Kekuatan Jaring

Setelah menentukan posisi dari titik (GCP), diperlukan adanya perhitungan kekuatan jaring/*Strength of Figure* (SoF) untuk mengetahui seberapa baik penentuan posisi titik GCP dan jumlah *baseline* yang sudah dibuat pada desain jaring. Menurut Abidin (2000), semakin kecil bilangan faktor kekuatan jaring, maka akan semakin baik konfigurasi jaring yang dibuat dan sebaliknya.

4.3.1 Desain Jaring pada Citra Pleiades

Berikut adalah gambar desain jaring pada citra resolusi tinggi Pleiades dari persebaran 7 titik GCP:



Gambar 4.3 Desain Jaring Citra Pleiades 1A

4.3.2 Perhitungan SoF (*Strength of Figure*)

Perhitungan SoF yang digunakan adalah menggunakan rumus (2.10):

- Jumlah titik : 7
- Jumlah *baseline* : 12
- N Ukuran : Jumlah baseline x 3
= $12 \times 3 = 36$
- N Parameter : Jumlah titik x 3
= $7 \times 3 = 21$
- U : N ukuran – N parameter
= $36 - 21 = 15$
- Besar SoF : $\frac{[\text{Trace}(A^T A)^{-1}]}{U}$
- SoF Pleiades 1A = 0,12286

4.4 Hasil Pengukuran Koordinat Titik Kontrol

Koordinat titik kontrol (X,Y) didapatkan dari pengukuran di lapangan dengan menggunakan alat GPS geodetik, dimana koordinat ini digunakan untuk acuan koreksi geometrik sementara. Berikut ini merupakan daftar koordinat titik koordinat GCP, ICP dan koordinat piksel citra Pleiades yang digunakan dalam proses rektifikasi:

Tabel 4.1 Daftar Koordinat Titik GCP

No.	Nama Titik	Titik Kontrol	
		X (m)	Y (m)
1.	G01	692790,382	9217377,097
2.	G02	691152,016	9219851,711
3.	G03	689884,391	9217811,100
4.	G04	690900,993	9215513,836
5.	G05	694202,883	9215710,714
6.	G06	695606,230	9217706,671
7.	G07	693954,707	9220622,346

Tabel 4.2 Daftar Koordinat Titik ICP

No.	Nama Titik	Titik ICP	
		X (m)	Y (m)
1.	ICP 01	692539,988	9218272,482
2.	ICP 02	693261,530	9220330,310
3.	ICP 03	693150,645	9219809,076
4.	ICP 04	691532,176	9218600,637
5.	ICP 05	690147,020	9217707,058
6.	ICP 06	692780,358	9217477,430
7.	ICP 07	693371,961	9217032,447
8.	ICP 08	693747,543	9216406,21
9.	ICP 09	694015,990	9215961,208
10.	ICP 10	692270,165	9216513,144
11.	ICP 11	691793,571	9215620,898
12.	ICP 12	691025,758	9219645,586

Tabel 4.3 Daftar Koordinat pada Citra Pleiades 1A

No.	Nama Titik	Pleiades 1A	
		X (piksel)	Y (piksel)
1.	G01	20.045	-19.640
2.	G02	16.903	-15.141
3.	G03	14.608	-19.174
4.	G04	-23.415	-23.415
5.	G05	22.734	-22.632
6.	G06	25.289	-18.665
7.	G07	22.109	-13.329

4.5 Perhitungan Root Mean Square Error (RMSE)

Hasil tranformasi dari koordinat citra ke dalam koordinat titik GCP menghasilkan residu. Residu merupakan selisih antara koordinat yang dianggap benar dalam hal ini yaitu koordinat dari pengukuran GPS dengan koordinat hasil transformasi dari citra Pleiades 1-A dengan metode *affine* dan *polynomial orde-2*. Dari hasil residu tersebut, dapat dihitung besar nilai RMSE sebagai berikut:

Tabel 4.4 Daftar RMSE Titik GCP dengan Metode *affine*

No.	Nama Titik	Pleiades 1A		
		Residual X	Residual Y	Residual
1.	G01	-0,718	0,326	0,788
2.	G02	0,532	0,145	0,551
3.	G03	-0,317	-0,262	0,412
4.	G04	-0,013	0,036	0,039
5.	G05	0,908	-0,071	0,911
6.	G06	-0,054	-0,093	0,551
7.	G07	0,151	-0,082	0,172
8.	Total RMSE			0,568

Tabel 4.5 Daftar RMSE Titik GCP dengan Metode *polynomial orde-2*

No.	Nama Titik	Pleiades 1A		
		Residual X	Residual Y	Residual
1.	G01	0,004	-0,008	0,009
2.	G02	-0,061	0,112	0,128
3.	G03	0,062	-0,114	0,130
4.	G04	-0,048	0,088	0,100
5.	G05	0,046	-0,084	0,095
6.	G06	-0,423	0,077	0,088
7.	G07	0,039	-0,071	0,081
8.	Total RMSE			0,098

Berikut adalah daftar koordinat titik ICP dari pengukuran GPS dan interpretasi pada citra Pleiades 1A serta perhitungan RMSE dari kedua metode transformasi:

Tabel 4.6 Daftar Koordinat Titik ICP (GPS dan Interpretasi) dari Metode *affine*

No.	Nama Titik	ICP (GPS)		ICP (Interpretasi)	
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
1	ICP 01	692539,988	9218272,482	692539.760	9218272.997
2	ICP 02	693261,530	9220330,310	693261.279	9220330.826
3	ICP 03	693150,645	9219809,076	693150.195	9219809.769
4	ICP 04	691532,176	9218600,637	691531.686	9218601.234
5	ICP 05	690147,020	9217707,058	690146.755	9217707.487
6	ICP 06	692780,358	9217477,430	692780.060	9217477.237
7	ICP 07	693371,961	9217032,447	693371.512	9217032.985
8	ICP 08	693747,543	9216406,213	693748.027	9216405.552
9	ICP 09	694015,990	9215961,208	694015.434	9215960.973
10	ICP 10	692270,165	9216513,144	692269.731	9216513.495
11	ICP 11	691793,571	9215620,898	691793.026	9215621.378
12	ICP 12	691025,758	9219645,586	691025.476	9219645.088

Tabel 4.7 Daftar RMSE Titik ICP dari Metode *affine*

No.	Nama Titik	Pleiades 1-A		
		Residual X	Residual Y	Residual
1	ICP 01	0.052	0.265	0.317
2	ICP 02	0.063	0.266	0.329
3	ICP 03	0.203	0.480	0.683
4	ICP 04	0.240	0.356	0.596
5	ICP 05	0.070	0.184	0.254
6	ICP 06	0.089	0.037	0.126
7	ICP 07	0.202	0.290	0.492
8	ICP 08	0.234	0.436	0.670
9	ICP 09	0.310	0.055	0.365
10	ICP 10	0.188	0.124	0.312
11	ICP 11	0.297	0.230	0.527
12	ICP 12	0.079	0.248	0.328
13	Total RMSE			0,645

Tabel 4.8 Daftar Koordinat Titik ICP (GPS dan Interpretasi) dari Metode *polynomial orde-2*

No.	Nama Titik	ICP (GPS)		ICP (Interpretasi)	
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
1	ICP 01	692539,988	9218272,482	692540,551	9218272,145
2	ICP 02	693261,530	9220330,310	693261,187	9220330,456
3	ICP 03	693150,645	9219809,076	693149,989	9219809,683
4	ICP 04	691532,176	9218600,637	691531,462	9218601,002
5	ICP 05	690147,020	9217707,058	690146,332	9217707,216
6	ICP 06	692780,358	9217477,430	692780,397	9217477,227
7	ICP 07	693371,961	9217032,447	693371,482	9217032,139
8	ICP 08	693747,543	9216406,213	693747,577	9216406,126
9	ICP 09	694015,990	9215961,208	694015,617	9215961,370
10	ICP 10	692270,165	9216513,144	692269,679	9216513,126
11	ICP 11	691793,571	9215620,898	691793,742	9215621,091
12	ICP 12	691025,758	9219645,586	691025,535	9219645,668

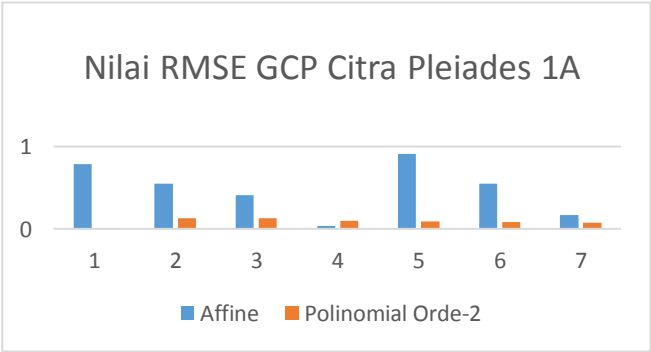
Tabel 4.9 Daftar RMSE Titik ICP dari Metode *polynomial orde-2*

No.	Nama Titik	Pleiades 1-A		
		Residual X	Residual Y	Residual
1	ICP 01	0,317	0.114	0,430
2	ICP 02	0,118	0.026	0,140
3	ICP 03	0,431	0.368	0,799
4	ICP 04	0,510	0.133	0,643
5	ICP 05	0,473	0.025	0,498
6	ICP 06	0,002	0.041	0,043
7	ICP 07	0,230	0.095	0,325
8	ICP 08	0,001	0.008	0,009
9	ICP 09	0,139	0.026	0,165
10	ICP 10	0,236	0.003	0,236
11	ICP 11	0,029	0.037	0,066
12	ICP 12	0,050	0.007	0,056
13	Total RMSE			0,533

4.6 Analisa

Dari hasil perhitungan transformasi koordinat citra Pleiades 1A dengan metode *affine* dan *polynomial orde-2*, dapat diketahui bahwa nilai RMSE yang dihasilkan oleh *polynomial orde-2* lebih kecil dibandingkan dengan *affine*. Hal ini dikarenakan metode *polynomial orde-2* merupakan pengembangan dari metode *affine*.

Perbedaan nilai RMSE titik GCP dari kedua metode pada citra Pleiades 1-A dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.4 Histogram Nilai RMSE Citra Pleiades 1-A

Menurut Perka BIG Nomor 15 Tahun 2014, ketentuan`ketelitian geometri horizontal setiap peta adalah sebagai berikut:

Tabel 4.10 Ketelitian Geometri Peta (BIG, 2014)

No.	Skala	Ketelitian Peta RBI		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
		Horizontal (CE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)
1.	1 : 5.000	1	1,5	2,5
2.	1 : 2.500	0,5	0,75	1,25
3.	1 : 1.000	0,2	0,3	0,5

Circular Error 90% (CE90) adalah ukuran ketelitian geometrik horizontal yang didefinisikan sebagai radius lingkaran yang menunjukkan bahwa 90% kesalahan atau perbedaan posisi horizontal objek di peta dengan posisi yang dianggap sebenarnya tidak lebih besar dari radius tersebut (BIG, 2014).

Nilai CE90 kemudian dihitung berdasarkan rumus (BIG, 2014):

$$CE90 = 1,5175 \times RMSE \quad (4.1)$$

Berdasarkan perhitungan perkalian nilai RMSE kedua metode transformasi pada titik ICP dengan koefisien ketelitian diperoleh nilai ketelitian horizontal pada citra Pleiades 1A dengan metode *affine* sebesar $1,5175 \times 0,645 = 0,979$ m dan dengan metode *polynomial orde-2* sebesar $1,5175 \times 0,533 = 0,809$ m. Nilai ketelitian geometrik dari kedua metode transformasi menunjukkan nilai 1 m, sehingga citra Pleiades 1A memenuhi syarat untuk dijadikan sebagai peta dasar skala 1:5.000 dengan kategori kelas 1.

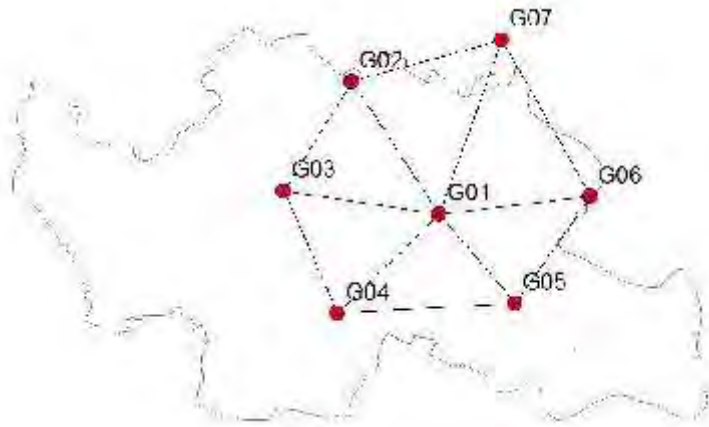
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN A
KOORDINAT HASIL PENGOLAHAN GPS

No.	Nama Titik	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	G01	692790,382	9217377,097	44.093
2	G02	691152,016	9219851,711	36.454
3	G03	689884,391	9217811,100	40.867
4	G04	690900,993	9215513,836	80.799
5	G05	694202,883	9215710,714	55.883
6	G06	695606,230	9217706,671	42.093
7	G07	693954,707	9220622,346	36.391
8	SC1	692539,9880	9218272,4820	33.335
9	SC2	693261,5300	9220330,3100	34.07
10	SC3	693150,6450	9219809,0760	34.798
11	SC4	691532,1760	9218600,6370	37.086
12	SC5	690147,0200	9217707,0580	37.152
13	SC6	692780,3580	9217477,4300	36.788
14	SC7	693371,9610	9217032,4470	40.803
15	SC8	693747,5430	9216406,2130	75.855
16	SC9	694015,9900	9215961,2080	60.89
17	SC10	692270,1650	9216513,1440	46.034
18	SC11	691793,5710	9215620,8980	46.629
19	SC12	691025,7580	9219645,5860	52.662

LAMPIRAN B

HASIL PERHITUNGAN SOF



Jumlah Titik	: 7
Jumlah Baseline	: 12
N ukuran	:Jumlah <i>baseline</i> x 3 = $12 \times 3 = 36$
N parameter	: Jumlah titik x 3 = $7 \times 3 = 21$
U	: N ukuran – N parameter = 15
Besar SoF	: $\frac{[Trace(A^T A)^{-1}]}{U}$

Persamaan umum:

No	Persamaan
1	$V_a + B_a = X_{G01} - X_{G02}$
2	$V_b + B_b = X_{G03} - X_{G02}$
3	$V_c + B_c = X_{G03} - X_{G01}$
4	$V_d + B_d = X_{G04} - X_{G01}$
5	$V_e + B_e = X_{G04} - X_{G03}$
6	$V_f + B_f = X_{G05} - X_{G01}$
7	$V_g + B_g = X_{G05} - X_{G04}$
8	$V_h + B_h = X_{G06} - X_{G01}$
9	$V_i + B_i = X_{G06} - X_{G05}$
10	$V_j + B_j = X_{G07} - X_{G01}$
11	$V_k + B_k = X_{G07} - X_{G06}$
12	$V_l + B_l = X_{G02} - X_{G07}$

Sehingga diperoleh persamaan:

No	Persamaan
1	$V_a = X_{G01} - X_{G02} - B_a$
2	$V_b = X_{G03} - X_{G02} - B_b$
3	$V_c = X_{G03} - X_{G01} - B_c$
4	$V_d = X_{G04} - X_{G01} - B_d$
5	$V_e = X_{G04} - X_{G03} - B_e$
6	$V_f = X_{G05} - X_{G01} - B_f$
7	$V_g = X_{G05} - X_{G04} - B_g$
8	$V_h = X_{G06} - X_{G01} - B_h$

9	$V_i = X_{G06} - X_{G05} - B_i$
10	$V_j = X_{G07} - X_{G01} - B_j$
11	$V_k = X_{G07} - X_{G06} - B_k$
12	$V_l = X_{G02} - X_{G07} - B_l$

Dimana persamaan di atas memenuhi model persamaan:

$$\mathbf{V} = \mathbf{A} * \mathbf{X} - \mathbf{B}$$

$$\begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \\ V_d \\ V_e \\ V_f \\ V_g \\ V_h \\ V_i \\ V_j \\ V_k \\ V_l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X_{G01} \\ X_{G02} \\ X_{G03} \\ X_{G04} \\ X_{G05} \\ X_{G06} \\ X_{G07} \end{bmatrix}$$

Maka matrik desain A:

$$\begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

Sehingga,

$$\text{SoF Pleiades 1A} = \frac{[\text{Trace}(A^T A)^{-1}]}{U} = 0,12286$$

LAMPIRAN C

METADATA CITRA SATELIT PLEIADES 1A

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<?xml-stylesheet href="LIBRARY/STYLE.XSL"
type="text/xsl"?><Dimap_Document>
  <Metadata_Identification>
    <METADATA_FORMAT
version="2.0">DIMAP</METADATA_FORMAT>

<METADATA_PROFILE>PHR_SENSOR</METADATA_PROFILE>
<METADATA_SUBPROFILE>PRODUCT</METADATA_SUBPROFIL
E>
<METADATA_LANGUAGE>en</METADATA_LANGUAGE>
  </Metadata_Identification>
  <Dataset_Identification>
    <DATASET_TYPE>RASTER_SENSOR</DATASET_TYPE>
    <DATASET_NAME
version="1.0">DS_PHR1A_201508280249307_FR1_PX_E1
12S08_0924_03654</DATASET_NAME>
    <DATASET_TN_PATH
href="ICON_PHR1A_P_201508280250045_SEN_153013010
1-001.JPG"/>

<DATASET_TN_FORMAT>image/jpeg</DATASET_TN_FORMAT
>
    <DATASET_QL_PATH
href="PREVIEW_PHR1A_P_201508280250045_SEN_153013
0101-001.JPG"/>

<DATASET_QL_FORMAT>image/jpeg</DATASET_QL_FORMAT
>
    <Legal_Constraints>
```

```

        <COPYRIGHT>Â©CNES_2015, distribution
AIRBUS DS, France, all rights
reserved</COPYRIGHT>
    </Legal_Constraints>
</Dataset_Identification>
<Dataset_Content>
    <SURFACE_AREA unit="square
km">1230.12</SURFACE_AREA>
    <Dataset_Components>
        <Component>

<COMPONENT_TITLE>Processing</COMPONENT_TITLE>
    <COMPONENT_CONTENT>Lineage
Information</COMPONENT_CONTENT>
    <COMPONENT_TYPE
version="2.0">DIMAP</COMPONENT_TYPE>
    <COMPONENT_PATH
href="LINEAGE/PROCESSING_PHR1A_P_201508280250045
_SEN_1530130101-001_DIM.XML"/>
        </Component>
        <Component>
            <COMPONENT_TITLE>Strip
Source</COMPONENT_TITLE>
            <COMPONENT_CONTENT>Lineage
Information</COMPONENT_CONTENT>
            <COMPONENT_TYPE
version="2.0">DIMAP</COMPONENT_TYPE>
            <COMPONENT_PATH
href="LINEAGE/STRIP_DS_PHR1A_201508280250045_FR1
_PX_E112S08_0909_15538_DIM.XML"/>
                </Component>
                <Component>
                    <COMPONENT_TITLE>RPC
Model</COMPONENT_TITLE>
                    <COMPONENT_CONTENT>Geoposition
Model</COMPONENT_CONTENT>
                    <COMPONENT_TYPE
version="2.0">DIMAP</COMPONENT_TYPE>

```



```

        <COMPONENT_PATH
href="RPC_PHR1A_P_201508280250045_SEN_1530130101
-001.XML"/>
        </Component>
        <Component>
            <COMPONENT_TITLE>Source for Ground
reset</COMPONENT_TITLE>
            <COMPONENT_CONTENT>Lineage
Information</COMPONENT_CONTENT>
            <COMPONENT_TYPE
version="2.0">DIMAP</COMPONENT_TYPE>
            <COMPONENT_PATH
</Producer_Information>
            <Delivery_Identification>
                <PRODUCTION_DATE>2015-10-
09T19:34:51.634</PRODUCTION_DATE>
                <JOB_ID>1530130101-001</JOB_ID>
                <PRODUCT_CODE>PHR</PRODUCT_CODE>
                <DELIVERY_TYPE>NETWORK</DELIVERY_TYPE>
                <Order_Identification>
                    <CUSTOMER_REFERENCE>SPOT
ASIA</CUSTOMER_REFERENCE>
                    <INTERNAL_REFERENCE/>
                    <COMMERCIAL_REFERENCE>S015016667-044
</Coordinate_Reference_System>
                <Time>
                    <Time_Range>
                        <START>2015-08-
28T02:50:06.8201855Z</START>
                        <END>2015-08-
28T02:50:12.8185940Z</END>
                    </Time_Range>
                    <Time_Stamp>
<LINE_PERIOD>0.0735</LINE_PERIOD>
                    </Time_Stamp>
                </Time>
                <Ephemeris>

```

```
<EPHEMERIS_USED>CORRECTED</EPHEMERIS_USED>
    <Point_List>
        <Point>
            <LOCATION_XYZ unit="m">-
3082775.31417916 6372037.12832039 -
16315.4373766665</LOCATION_XYZ>
            <VELOCITY_XYZ
unit="m/s">965.608269053977 457.833267025649
-7429.51484920741</VELOCITY_XYZ>
            <TIME>2015-08-
28T02:47:54.000000Z</TIME>
```

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Koordinat Hasil Pengolahan GPS

Lampiran B Hasil Perhitungan SoF

Lampiran C Metadata Citra Satelit Pleiades 1A

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

- a. Dari hasil perhitungan transformasi koordinat metode *affine* dan *polynomial orde-2*, nilai RMSE GCP sebesar 0,568 m, RMSE ICP sebesar 0,533 m dari metode *affine*. Sedangkan pada metode *polynomial orde-2*, nilai RMSE GCP sebesar 0,098 m dan RMSE ICP sebesar 0,645 m. Metode *polynomial orde-2* menghasilkan nilai RMSE yang lebih baik dari pada *affine* karena *polynomial orde-2* merupakan pengembangan dari metode *affine*.
- b. Untuk kelayakan citra sebagai peta dasar, citra Pleiades 1-A memenuhi syarat untuk pembuatan peta dasar lahan pertanian hingga kategori kelas 1 untuk skala 1:5.000. Hal ini dibuktikan dengan nilai ketelitian geometrik dari CE90 oleh kedua metode tersebut yaitu 1 m.

5.2 Saran

Saran yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah:

- a. Dalam pengukuran titik GCP metode jaring, sebaiknya menggunakan titik pengikat dari BIG contohnya seperti titik SRGI 2013 yang letaknya terdekat dari lokasi penelitian.
- b. Sebaiknya dalam penelitian selanjutnya dalam koreksi geometrik citra resolusi tinggi, metode transformasi yang disarankan adalah *polynomial orde-2* agar RMSE yang didapat semakin baik, yaitu mendekati nol.
- c. Dalam melakukan interpretasi citra secara visual, objek bangunan yang memiliki atap berbahan tanah liat cukup sulit untuk dibedakan dengan permukaan

tanah. Sebaiknya dalam menentukan GCP maupun ICP, objek yang digunakan adalah bangunan yang memiliki warna atap yang mencolok, atau objek lain yang mempunyai kondisi serupa.

DAFTAR PUSTAKA

- A'yun, Q., Cahyono, A.B., Deviantari, U.W. 2013. *Analisa Kelayakan Penggunaan Citra Satelit World View-2 untuk Updating Peta Skala 1:1000*. Surabaya: ITS.
- Abdurachman, A., Dariah, A., Mulyani, A. 2008. *Strategi dan Teknologi Pengolahan Lahan Kering Mendukung Pengadaan Pangan Nasional*. Dalam Jurnal Litbang Pertanian, 27 (2), 2008 halaman 43. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Pertanian. Bogor.
- Abidin, HZ, 2000. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Adimihardja A., Wahyunto dan Rizatus Shofiyati. 2004. *Gagasan Pengendalian Konversi Lahan Sawah Dalam Rangka Peningkatan Ketahanan Pangan Nasional*. Prosiding Seminar: Multi Fungsi Pertanian dan Konservasi Sumberdaya Lahan, di Bogor, 18 Desember 2003 dan 7 Januari 2004 halaman 47-64. Puslitbang Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- BIG, 2014. Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Cibinong: Kepala BIG.
- BIG, 2016. *Modul Validasi Peta Rencana Tata Ruang*. Cibinong, Sekretariat BIG.
- Chandra, 2005. *Higher Surveying 2nd Edition*. Delhi: New Age International Publishers.
- Departemen Pertanian. 2016. *Impor beras per negara asal*, <URL:www.deptan.go.id> Dikunjungi pada tanggal 24 Januari 2016 pukul 19.31.
- Dewi, S.L., Handoko E.Y., Handayani, H.H., 2010. *Analisa Koreksi Geometrik Menggunakan Metode Direct Georeferencing Pada Citra Satelit ALOS dan Formosat-2*. Surabaya: ITS.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Hortikultura (Ditjen TPH). 1998. *The Role of Agriculture Information System*

- on Rice Production and Productivity. Lokakarya Sistem Pemantauan dan Prediksi Produksi Padi di Indonesia.* BPPTeknologi. Jakarta 22 Juli 1998.
- Erdas, Inc. 1999. *ERDAS Field Guide*. Edited by Russ Pouncey, Kris Swanson, and Kathy Hart. Erdas In. Fifth Edit. Atlanta, Georgia.
- Handoko, E.Y. 2007. *Model Transformasi Datum dari Datum Indonesia 1974 ke Datum Geodesi Nasional 1995 dan Permasalahannya*. Thesis. Departemen Teknik Geodesi, Program Pasca Sarjana, Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Hartoyo, Eko, & dkk, 2010. *Modul Pelatihan Sistem Informasi Geografis (SIG) Tingkat Dasar*. Bogor: Tropenbos International Indonesia Programme.
- Hasyim, A.W., 2009. Menentukan Titik Kontrol Tanah (GCP) dengan Menggunakan Teknik GPS dan Citra Satelit untuk Perencanaan Perkotaan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hayati, N., 2012. Kajian Ketelitian Planimetris Citra Resolusi Tinggi pada Google Earth untuk Pembuatan Peta Dasar Skala 1:10000 Kecamatan Banjar Timur Kota Banjarmasin. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Indarto, dan Prasetyo, D.R. 2014. *Pembuatan Digital Elevation Model Resolusi 10m dari Peta RBI dan Survei GPS dengan Algoritma ANUDEM*. Jurnal Keteknikan Pertanian. Vol. 28, No. 1
- Isa, I. 2006. *Strategi Pengendalian Alih Fungsi Tanah Pertanian*. Prosiding Seminar Multifungsi dan Revitalisasi Pertanian halaman 17. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Jedlicka, Karel. 2009. *Accuracy of Surface Models Acquired from Different Sources — Important Information for Geomorphological Research*. Journal Translation. Geomorphologia Slovaca et Bohemica.

- Jensen, J.R. 1996. *Introduction Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*. 2nd Edition, Prentice Hall., Inc, New Jersey, USA
- Kustiyo, Yohanes M., dan Sri H. P. 2005. "Analisis Ketelitian Data DEM SRTM". *Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV*. Surabaya: LAPAN.
- LAPAN. 2015. *Informasi Satelit Pleiades*, Jakarta: Pusat Pemanfaatan Teknologi Dirgantara, LAPAN.
- Liew, Lee Hung, Yin Chai Wang, dan Wai Shiang Cheah. (2012). "Evaluation of Control Points' Distribution on Distortions and Geometric Transformations for Aerial Images Rectification." *Procedia Engineering* 41: 1002–8. doi:10.1016/j.proeng.2012.07.275.
- Lillesand, T.M., and R.W. Keifer. 1994. *Remote Sensing and Image Interpretation*, Third Edition. John Wiley & Sons, Inc, United States of America.
- Mohammed, N.Z. & Eiman Eisa. *The Effect of Polynomial Order on Georeferencing Remote Sensing Images. International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 2013: Volume 2, Issue 8.
- Pemkab Bangkalan. <URL: <http://bangkalankab.go.id>> diakses pada tanggal 15 Desember 2015 pukul 13.50
- Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 2000. *Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Puslit. Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Richards, John. A, Jia, Xiuping. 2006. *Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction*. Springer-Verlag: Berlin, Germany.
- Satellite Imaging Corporation. *Pleiades 1-A dan 1-B*. URL: <<http://www.satimagingcorp.com>> Dikunjungi pada tanggal 22 Januari 2016 pukul 4.23
- Soenarmo, S.H., 2009, *Penginderaan Jauh dan Pengenalan Sistem Informasi Geografis untuk Bidang Ilmu*
- Sudarsono, Bambang dan Atriyon J. 2010. *Uji Ketelitian Koreksi Geometrik Citra Satelit ALOS PRISM dengan Hitung*

- Perataan Kuadrat Terkecil Metode Parameter. TEKNIK-vol. 31 No.1 Tahun 2010, ISSN 0852-1697 .*
- Sukmayadi, D. 2014. *Citra Tegak Satelit Resolusi Tinggi Strategi Pemenuhan Kebutuhan Survei dan Pemetaan Skala Besar Secara Cepat* <URL:<http://www.bakosurtanal.go.id>> diakses pada tanggal 19 Januari 2015 pukul 22.51
- Sukojo, B.M. 2006. *Modul Ajar Hitung Kerangka Geodesi. Teknik Geomatika.*Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sukojo, B. M., Hendro K. 2002. *Perbaikan Geometrik Trase Jaringan Jalan Dengan Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis. 6* (SAINS).
- Wibowo & Eko, P., 2010. *Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan Pulau Pagang, Pulau Pramuka, Dan Pulau Karya Antara Tahun 2004 dan Tahun 2008.* Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Wolf, Paul. R. 1997. *Adjustment Computation: Statistics and Least Square in Surveying and GIS.* USA: A Wiley-Interscience Publication.

BIODATA PENULIS



Penulis bernama **Andreas Kelvin Pujianto**, dilahirkan di Kediri pada tanggal 27 Agustus 1994, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Kristen Petra Kota Kediri, SMP Negeri 1 Kota Kediri, SMA Negeri 2 Kota Kediri. Setelah lulus SMA pada tahun 2012, penulis melanjutkan pendidikan S-1 ke perguruan tinggi Institut Teknologi

Sepuluh Nopember di kota Surabaya melalui jalur SNMPTN Undangan dan diterima di Jurusan Teknik Geomatika FTSP-ITS. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam beberapa organisasi kemahasiswaan, diantaranya sebagai staff Divisi Acara, Persekutuan Mahasiswa Kristen (PMK-ITS) 2013/2014, Ketua Pembinaan Kerohanian Mahasiswa Baru Kristen (PKMBK-ITS) 2014/2015 dan *Steering Committe* Pembinaan Kerohanian Mahasiswa Baru Kristen (PKMBK-ITS) 2015/2016. Penulis juga telah mengikuti kerja praktik pada salah satu instansi pemerintah, yaitu Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) dalam Divisi Pusat Teknologi dan Inventarisasi Sumber Daya Alam (PTISDA) pada bulan Agustus 2015. Penulis mengambil penelitian Tugas Akhir dibidang Geospasial dengan judul “Analisis Ketelitian Geometrik Citra Pleiades 1A untuk Pembuatan Peta Dasar Lahan Pertanian”. Dengan lokasi studi kasus di Kecamatan Socah, Kabupaten Bangkalan, Madura, Jawa Timur.